

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-048309

(43)Date of publication of application : 20.02.1998

(51)Int.Cl.

G01S 5/00

G01C 3/06

G01S 11/16

(21)Application number : 08-220685

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
KYUSHU ELECTRIC POWER CO INC

(22)Date of filing : 01.08.1996

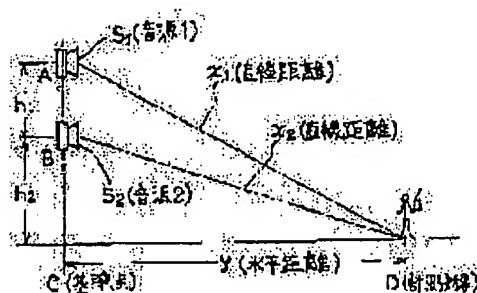
(72)Inventor : KAWAMURA TAKESHI
HORIBATA HIROSHI
MOTOMURA TOSHIO
HIRAO MASAKAZU
AOKI TAKESHI

(54) DISTANCE-MEASURING METHOD, AND METHOD AND APPARATUS FOR POSITIONING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a distance-measuring method in which electromagnetic waves and sound waves are transmitted simultaneously in a field or a mountain having a height difference or in a place of bad visibility, in which the electromagnetic waves are triggered in a receiving point and in which the horizontal distance between a transmitting point and the receiving point is found in accordance with the straight-line distance, between the transmitting point and the receiving point, found on the basis of the arrival-time difference between the electromagnetic waves and the sound waves.

SOLUTION: A sound source S1 and a sound source S2 are installed on a reference point C at the upper stage and the lower stage, and a straight-line distance x1 and a straight-line distance x2 are found respectively on the basis of the arrival-time difference up to an object D, to be measured, between sound waves and electromagnetic waves which are transmitted toward the object D, to be measured, from the respective sound sources. Then, the horizontal distance (y) between the reference point C and the object D to be measured and the height difference h2 of the sound source S2 with reference to a horizontal straight line passing the object D to be measured are found by the theorem of right-angled triangle three squares on the basis of the two measured straight-line distances and on the basis of the distance h1 between the sound sources at the upper stage and the lower stage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-48309

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 5/00			G 0 1 S 5/00	
G 0 1 C 3/06			G 0 1 C 3/06	Z
G 0 1 S 11/16			G 0 1 S 11/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-220685

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月1日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71) 出願人 000164438

九州電力株式会社

福岡県福岡市中央区渡辺通2丁目1番82号

(72) 発明者 川村 武司

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電

気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 堀端 啓史

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電

気工業株式会社大阪製作所内

(74) 代理人 弁理士 青木 秀實 (外1名)

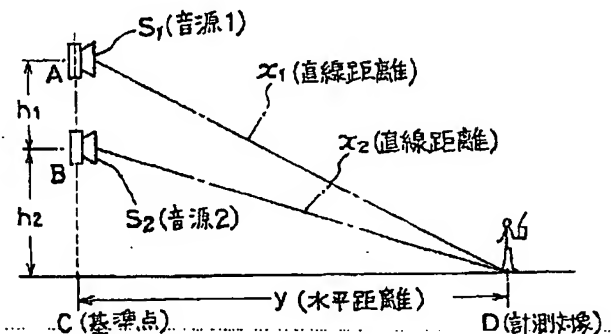
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離計測方法、測位方法ならびに装置

(57) 【要約】

【課題】 高低差のある山野あるいは見通しの悪いところで、電磁波と音波を同時に発信し、受信点で前記電磁波をトリガとして、電磁波と音波の到達時間差により求められる発信、受信の2点間の直線距離に準拠して、前記2点間の水平距離を求める。

【解決手段】 基準点上に上下2段に音源 S_1 、 S_2 を設置し、各音源から計測対象 D に向け発信された音波と電磁波の計測対象 D までの到達時間差からそれぞれ直線距離 x_1 、 x_2 を求め、上記計測された2つの直線距離と上下2段の音源間の距離 h_1 から直角三角形三平方の定理により基準点 C と計測対象 D 間の水平距離 y と計測対象を通る水平直線に対する音源 S_2 の高低差 h_2 を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基準点上に上下2段に音源を設置し、各音源から計測対象に向けて同時に発信された音波と電磁波の計測対象までの到達時間差から、前記各音源から計測対象までの直線距離をそれぞれ計測し、上記計測された2つの直線距離と上下2段の音源間の距離から直角三角形三平方の定理により前記基準点と計測対象間の水平距離を求めることを特徴とする距離計測方法。

【請求項2】 基準点上に音源を設置し、該音源から計測対象に向けて同時に発信された音波と電磁波の計測対象までの到達時間差から、前記音源から計測対象までの直線距離を計測するとともに、前記基準点及び計測対象のそれぞれの地点における、気圧、気温を計測して標高を求め、該標高の差によって、前記両地点の高低差を求め、前記直線距離と高低差から直角三角形三平方の定理により、前記基準点と計測対象間の水平距離を求めることを特徴とする距離計測方法。

【請求項3】 上空からは、基準点からの位置、距離がわかっているが、地上からは見通しできない支障点に対し、前記基準点に第1の音源を設置するとともに、前記基準点と支障点を結ぶ線より離れて第2の基準点を設置し、前記両基準点に対し、計測者の移動によって位置の変わる計測対象を設定し、前記計測者の立ち止りごとに、前記請求項1または請求項2記載の方法により、前記第1および第2の基準点と各立ち止り位置における計測対象の水平距離を求め、前記両基準点および支障点を含む地図上において、前記両基準点を中心として、前記計測対象と両基準点の水平距離をもってそれぞれ円弧を描き、前記円弧における2つの交点より一方の交点を特定して計測対象と第1、第2の基準点とのその時点の位置関係を表示し、前記計測者の立ち止りごとに前記同様に繰り返えされる計測、表示により、前記計測による第1の基準点と計測対象との間の距離が前記基準点からの支障点までの既知の距離に等しいか、ほぼ等しくなったときの円弧と第2の基準点と計測対象との距離をもってえがいた円弧との交点をもって前記支障点に近接した位置と判定することを特徴とする測位方法。

【請求項4】 音波に100ないし1000サイクルの低周波を用いることを特徴とする請求項1もしくは請求項2記載の距離測定方法。

【請求項5】 音波に100ないし1000サイクルの低周波を用いることを特徴とする請求項3記載の測位方法。

【請求項6】 距離算出時のデータを補正するための気温センサ、高低差算出のための気圧センサ、これらセンサの信号をディジタル値に変換するA/D変換部、移動局への音波信号を送出するためのパワーアンプ、パワーアンプで増幅された信号を送出するスピーカ、移動局に対して時間差計測のトリガ信号となる電磁波を送信し、基地局で処理したデータを送信し、移動局よりの指示、データを受信するためのトランシーバ、移動局からの指

令によりデータ処理を行ったり、スピーカ、トランシーバに所定の周波数の信号を形成して送り出し、さらに必要に応じ外部機器とのデータのやりとりを行う制御・データ処理部よりなる基準局装置と、距離算出時のデータの補正するための気温センサ、高低差算出のための気圧センサ、これらセンサの信号をディジタル値に変換するA/D変換器、基地局からの音波を受信するためのマイクロホン、時間差計測のトリガ信号となる電磁波を受信し、基地局に対して電磁波および音波を送出するための指示を出したり、基地局で処理されたデータを受信するためのトランシーバ、データ処理指令を出したり、処理結果の表示を受け持つ表示装置と、データに基づき直線距離、高低差、水平距離を算出できる機能を備える制御・データ処理部よりなる移動局装置を備えることを特徴とする距離計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】本発明は山野等において適用性の高い距離計測方法と測位方法ならびに装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】超音波の反射を用いて直線距離を計測する技術は広く知られており、音波と電磁波を用いて、同一地点（以下、基準点という）から距離計測の対象（以下、計測対象という）に向けて出力された音波と電磁波の計測対象までの到着時間差から、基準点より計測対象までの距離を計測する方法は特開昭62-201383号公報、特開昭64-88174号公報に開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のように2点間の直線距離を計測する方法はいくつかあるが、音波と電磁波を用いて直線距離が計れるにしても基準点と計測対象の高低差位置をも同時に計測するといった提案は見当らない。けだし、推測でしかないが、このような方法が利用される分野はゴルフ場におけるゴルフファからピンまでの直線距離が求められればよいといった領域にあったと考えられる。

【0004】平坦な場所では前記のような計測方法によればよいが、音波、電磁波を併用して、高低差のある山野あるいは見通しの悪いところで計測する場合、見通しが悪いのにかかわらず、単に直線距離の計測はできるとしても、基準点と計測対象の高低差、水平距離、位置の確定ができなければ計測としての意味がない。

【0005】距離、位置を求めるには、通常三角測量を行うのが一般的であり、相手地点が見通せる場合は、これで計測可能であるが、山野においては見通せる距離が短かく、前記のような測量によれば非常に多くの労力と時間とを必要とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するもので、第1の発明は比較的障害物の影響を受けにくい音波を使用し、低周波数音波を用いることで、地面

3

のような堅い連続的な障害物の影響を受けずに直線距離を求めることができるようにし、計測対象から基準点が見通せない場合でも直線距離だけ分るので、これに準拠し、同一基準点上にて上下2段に音波発信用の音源と前記同一基準点上もしくはその近傍にアンテナを設置し、計測対象にマイクロホンとその近傍にアンテナを置き、基準点より同時に音波と電磁波を出力し、計測対象では、これら音波、電磁波を受信し、その到着時間差から二つの音源と計測対象の直線距離を計測対象の位置（受信点）において求め、この二つの直線距離とすでに分っている基準点上下の両音源間の距離から、直角三角形の三平方の定理により前記基準点と計測対象の位置の間の水平距離と前記計測対象を通る水平線に対する基準点上の音源位置の高低差を求めることができ、これによって計測による各数値が整うことになる。

【0007】上記の計測方法においては基準点において、上下2段の音源を用いたが、第2の発明では、音源を一つとし、音源から計測対象までの直線距離を計測し、一方基準点上の音源と計測対象位置におけるそれぞれの地点の気温と、気圧を精密気圧計で測定して両地点間標高差より高低差を求め、前記直線距離と両地点間の高低差から、直角三角形三平方の定理により音源と計測対象の間の水平距離を求め、これによって計測による各数値が整うことになる。

【0008】このように基準点と計測対象間の見通しが悪くても音波は障害物に対して回り込みの効果により両位置間の直線距離を計測することができ、直線距離がわかると、音源を同一基準点上で二つ用いるか、又は音源は一つとして精密気圧計、温度計を用いることで垂直面上において、計測対象の位置より両地点間の直線距離、水平距離、高低差を求めることができる。

【0009】例えば、送電線の保守上問題となる送電線へ接近した支障点等による支障点の調査を各角度よりの航空写真等で行っているが、該当支障点を確定する場合に、この支障点が上空よりはその実態を確認することができるが、地上より障害物が多く、電線は見えず、該当支障点を確認できないような事例が多い。実際にこのような送電線の障害物となる支障点进行处理するのは地上側からである。従って地上よりこのような支障点となる樹木の伐採までに多くの労力を要することなくアプローチできることが必要となる。この場合、送電線下では磁石により基準方向も測れないし、樹木で囲まれたところではGPSも使用しがたい。そこで、第3の発明は、前記のように支障点の例えば基準点となる鉄塔からの距離、方向は航空写真、その他で分っているので、この支障点が存在する送電線間の一方の鉄塔、もしくはその近傍に第1の基準点を置き、支障点が存在する鉄塔区間で送電線より直角方向に離れて第2の基準点を設け、それぞれ基準局を配置し、計測対象側には、計測者が携帯する移動局を配置し、計測者は例えば、保線道を歩き、ところ

4

どこで立ち止り、両基準点側と連絡をとり、前記両基準点の両音源より、すでに説明した方法で計測対象までの直線距離を求め、上述のようにして更に高低差、水平距離を求め、前両音源を中心として前記それぞれの水平距離をもって円弧を描くと2つの交点ができる。この交点の一つが保線道上の計測対象の位置となる。このような手法を計測対象（計測者位置）が移動の立ち止りの都度繰返せば、図上において通常2交点を生じ、この交点は計測の都度保線道上において移動し、図上において自己位置を確認することができ、特定した支障点に近接した位置で交点が生じていれば、この時、支障点の第1の基準点よりの既知の距離と現場における計測対象の位置より第1の基準点までの計測距離は殆んど等しく、この位置から容易に支障点にアプローチすることができる。もちろん保線道外のところを進むことも可能の場合もあり、その状況により選択される。

【0010】

【発明の実施の形態】図4aは、本発明の実施において基準点側に用意される基地局装置を示し、同bは計測対象側に用意される移動局装置をそれぞれブロック図で示す。図4aの基地局装置は、距離算出時のデータを補正するための気温センサ1、高低差算出のための気圧センサ2、上記両センサの信号をディジタル値に変換するA/D変換部3、移動局への音波信号を送出するためのパワーアンプ4、パワーアンプ4で増幅された信号で、実際に音波を送出するスピーカ5、移動局に対して時間差計測のトリガ信号となる電磁波を送信し、基地局で処理したデータを送信し、移動局よりの指示、データを受信するためのトランシーバ6、移動局からの指示により、データ処理を行ったり、スピーカ、トランシーバに所定の周波数の信号を送り出し、さらに必要に応じ外部機器8、例えばパソコン、レーザ測距儀とのデータのやりとりを行う制御・データ処理部7から構成される。各センサからの信号には、A/D変換部3にてディジタル値に変換され、高低差の算出および音速の算出に使用される。表示装置（移動局側）からの指示により、気圧データ、温度データ収集を開始し、それらのデータの処理が終了した段階で移動局からの要求で気圧、温度のデータを無線回線を経由して移動局に送信する。また、移動局からの指示があれば、音波・電波の送出を行う。前記音波は100～1000サイクルが望ましい。数kHzの音波は迂回せず、山陰ではマイクロフォン入力レベルが下がり、うまく検出できなかった。また低い周波数になるとスピーカの能率が低下し、音圧としての出力が低下するため、使用電力に限りある装置では、ある程度高くせざるを得ない。試験的に実施した結果100Hz程度が下限であった。電磁波については、音波と同周波数の電磁波を使用すると好都合であるが、それに限られることはない。電磁波は搬送波にのせて送信させる。図4bの移動局装置は、距離算出時のデータを補正するための気温セ

ンサ11と高低差算出のための気圧センサ12、上記2センサの信号をディジタル値に変換するA/D変換器13、基地局からの音波を受信するためのマイクロホン14、時間差計測のトリガ信号となる電磁波を受信し、基地局に対して電磁波および音波を送出するための指示を出したり、基地局で処理されたデータを受信するためのトランシーバ15、データ処理指令を出したり、処理結果の表示を受け持つ表示装置16とこれらデータを基に直線距離、高低差、水平距離を算出する制御・データ処理部17から構成される。各センサからの信号は、A/D変換器13にてディジタル値に変換され、高低差の算出および音速の算出に使用される。表示装置16からは、自局および基地局に対して気圧データ、温度データ収集開始指令を送出し、それらのデータの収集が終了した段階で基地局装置から気圧、温度のデータを無線回路を経由して入手する。その後音波・電波の送出を基地局に対して指示する。データ処理部17では、先の気圧データ、温度データをもとに、高低差および音速を算出し、音波・電磁波が送出されたら、その時間差を計測して、基地局と移動局の間の直線距離を求め、その値に対して、高低差の結果に基づき、水平距離を算出して表示装置16にその結果を送る。これを繰返し実施することで、距離精度は向上する。

【0011】図1は本発明の距離計測方法実施の説明図であり、図4に示す装置、またはそれに類する装置を用いて実施する。図4で説明した装置とスピーカの数、パワーアンプの数等が異なるが、基準点Cの上下方向で、上よりA、Bの2点においてスピーカを音源S₁とし、A点よりB点までのh₁の距離をとってB点にもう一つのスピーカを音源S₂として配置する。音波を発信する方向は同方向である。また基準点Cよりの音源S₂の高さをh₂とし、音源S₁と計測対象Dの位置までの距離をx₁、音源S₂と計測対象Dの位置までの距離をx₂とし、計測対象Dの位置からこれと水平にある基準点Cまでの水平距離をyとする。なお、トランシーバは図示していないが、音源の近傍にあればよい。基準点C上に配置された音源S₁とS₂より計測対象Dまでの直線距離x₁、x₂の計測方法は音源S₁またはS₂より周波数fの音波とトランシーバよりトリガー信号となる電磁波を同時に発信し、計測対象Dの位置で、コンデンサマイクロホン、トランシーバで受信する。電磁波を受信した時刻は発信時刻にほぼ等しいから、前記トリガ信号を*

$$h = 18400 (1 + 0.00367 \cdot T) (\log A_1 - \log A_2) \quad (5)$$

A₁ < A₂ の場合

$$h = 18400 (1 + 0.00367 \cdot T) (\log A_2 - \log A_1) \quad (5')$$

なおTは気温(℃)であるが、高低差が小さいときはいずれか一方、もしくは平均気温を用いる。次に、音源から計測対象までの直線距離をxとすると、基準点と計測対象の間に遮蔽物が介在していたり基準点と計測対象との高低差が大きい場合でもすでに述べたように基準点と

*受信した時点から音波が到達した時間をΔtを計測し、このΔtの間に音波の伝播した距離は、v×Δt(v:音速)を演算によって計測対象側で求めることができる。なお音速は補正する必要がある。音波と、電磁波を同じ周波数として使用する場合、信号を出力にD/Aコンバータを使用して信号の出力が考えられ、その信号の基データをROM等メモリに収納することになるが、その場合同じメモリを使用することで、個別にメモリを用意する必要が無い。また、信号の受信側は、信号の処理方法自体が、全く同じ方法で処理することが出来、タイミング抽出に別のアルゴリズムを用意する必要がない。これに対して音波と電磁波の周波数が違う場合は、音の変化のタイミングで電磁波を送出する。電磁波は、予め周囲の電磁状況を確認しておいて、立ち上りの急峻な信号を送り出せばそれほど問題なく計測開始のタイミング抽出が可能である。但し、データ保存のためのメモリは別途必要であり、電磁波の入力タイミングを抽出するアルゴリズムが別途必要である。

【0012】以上のようにして音源S₁およびS₂から計測対象Dまでの直線距離x₁、x₂を求めると、音源S₂と基準点Cの距離h₂及び基準点Cから計測対象Dまでの水平距離yとは、直角三角形三平方の定理により以下の関係を満たすことになる。(h₁ + h₂)² + y² = x₁² (1)

$$h_2^2 + y^2 = x_2^2 \quad (2)$$

計測対象Dを基準とする水平線に対する基準線C上の音源S₂の距離(高低差)h₂は(3)式で求められ、計測対象Dと基準点Cの水平距離yは(4)式で求められる。

$$h_2 = (x_1^2 - x_2^2 - h_1^2) / 2 h_1 \quad (3)$$

$$y = (x_2^2 - h_2^2)^{0.5} \quad (4)$$

【0013】第2の発明実施についてはさきの図1を用いて説明する。さきの実施例と異なり、本例では音源は一つしか使用されないが、これが図1の音源S₁に相当するものとして基準点C上の音源が設置される位置で精密気圧計を用いて気圧を測定し、同時に気温を測定し、同様に計測対象位置においても気圧、気温を測定し、各々の地点の気圧をA₁(mb)およびA₂(mb)とすると、2点間の高低差は(5)式もしくは(5')式で示される。

A₁ > A₂ の場合

計測対象間の直線距離を計測することができ、これと音源S₁と計測対象位置の高低差hからさきに説明した直角三角形三平方の定理によって基準点と計測対象との間の水平距離を算出できる。

【0014】図4の装置に従って上記距離計測をたどつ

てみると、

①移動局側の装置から距離計測要求を基地局にトランシーバを介して出力する。

②基地局では、スピーカからは図2のa、bに示す波形の音波とトランシーバからは同様なa、b図示の波形の電磁波が発信される。aにおいて、発信音波と発信電磁波は同一周波数であり、両者は電気的な信号として一つの基データから形成されている。そして一定波数間隔において位相反転部 r を具えており、すくなくともトランシーバ、スピーカから発信される時点においては同一周波数で、位相反転部 r も同一位相にあり、同一位相反転部を基点として繰り返し同時発信している信号とみることができる。一方例えば音波の周波数より大きな音波とは違った周波数の電磁波を用いる場合、前記aの音波の位相反転部 r において電磁波がトランシーバより発信するようにする。

③移動局では、前記aにおいては、まず受信電磁波の位相反転部 r をトリガ信号として検出し、この時点をと t_0 として計時を開始し、次いで到達する移動局側受信音波の位相反転部 r をトリガ信号として計時を停止し、これを t_1 とすれば、 $t_0 \sim t_1$ が音波の到達遅れ時間となる。これは、基地局側で同時に、発信させた同一周波数、一定時間間隔において発生させた位相反転部を受信側において、トリガ信号として用いた例である。また、前記bにおいては、発信音波の位相反転部 r において発信された発信電磁波をその立上りをトリガ信号として移動局の受信側で検出し、この時点をと t_0 として計時を開始し、次いで到達する受信音波の位相反転部 r をトリガ信号として計時を停止し、これを t_1 とすれば、 $t_0 \sim t_1$ が音波の到達遅れ時間、つまり音波の到達時間 Δt が計測できたことになる。そこですでに述べたように Δt に音速(v)を掛けて直線距離が求まり、この直線距離、高低差を表示装置に入力して制御・データ処理部で演算すれば、水平距離が求められる。

④しかし、正確な音速を算出する目的で気温センサにより移動局と基地局の気温センサにより温度データを取込み、統計処理を行なうことが必要である。

⑤また③、④により水平距離を算出するために、基準点と計測対象の間の高低差を求めるために気圧センサ、気温センサを用いて、気圧差から標高差を求めて高低を算出する場合は、気温、気圧データの取込みは、同一地点での距離計測の前後で行ない、そのタイミングは移動局からトランシーバで移動局から基地局に対して、制御コマンドを送信するものとする。

【0015】すでに説明したように、本発明によれば、見通しの悪いところでも基準点と計測対象の間の直線距離、高低差、水平距離を求めることができる。図3の実施例は、このような方法を多面的に適用して、送電線に対する樹木等支障点の位置を地上より確認しやすくする方法に関するものである。図3aは送電線60が山の傾斜

面に吊架された状態を側面より示し、同bは上方から送電線60に沿い、上方から下方に続く保線道63を示す。通常この保線道63は送電線60に沿う直下ではなく、曲りくねっている。時が経つに従って送電線下の樹木61の成長により、樹木が送電線に達し地絡事故、短絡事故を起こすようなことを防止するために、すでに触れたように定期的に、または不定期的に、ヘリコプタ等を用い、空中より送電線に接触するおそれのある樹木について、多くの方向より、写真を撮り、図面上でその支障点(62)の位置を確認している。鉄塔Tの下にある第1の基準点C₁よりこの支障点62までの水平距離は上空より計測でき、図上においても明らかにできるが、このような支障点を除くのは地上より行わなくてはならない。図示のように保線道63は送電線60と平行にないのが普通であり、見通しの悪いところでは地上より送電線は見えず、支障点に近接しても地上より発見することは困難な場合が多々ある。

【0016】図3に示すように、鉄塔Tもしくはその下に第1の基準点C₁を設定し、ここですでに図4にて説明した基地局装置を配置し、支障点62を含む前記鉄塔Tと他方の鉄塔区間内において、送電線から離れた位置に第2の基準点C₂を設定し、ここに基地局装置を配置する。

【0017】前記第2の基準点の位置設定について、同基準点は第1の基準点と支障点を結ぶ線より直角方向に適当な距離離れた場所を選定することが望ましく、第2基地局の設置場所の選定方法としては、次の方法がある。対象とする送電線区間両端の鉄塔に、予め基地局装置運び、設置し、計測者は移動局装置をもって保線道を移動し、第2基地局の設置にふさわしい場所で、前記音波法により両鉄塔のそれぞれの基準点とその時点における計測対象間の水平距離を求め、予め両鉄塔、対象送電線、支障点、保線道を含む地図上において、鉄塔の両基準点よりの前記水平距離を半径とする円弧をえがき、その二つの交点を求めて、保線道63上もしくはそれに近い位置にある交点をもって基準点C₂として前記地図にその位置を記入し、このようにして第2の基準点を設定し、ここに、第2の基準局装置を配置する。なお、第2の基準点の選定方法については、レーザ測距儀と検測棒を使用する場合があります。第1の基準局(鉄塔側)より対象区間が見渡せる場合、もしくは保線道が見渡せる場合に適する。計測者は移動局装置を携帯し、第1の基準局より適当に離れた場所で、装置を用いて第1の基準点までの水平距離を計測し、地図情報と併せて第2の基地局の候補を選定する。そしてその場において検測棒を用いて当該地点と第1の基地局との3次元測量を行なう。また、現地の地形で、対象とする区間内の送電線直角方向に適当に離れ、上空が開けており、GPSが利用できそうな場合にはGPSを用いる。但しGPS衛星の位置関係、山の斜面、樹木の影響により、第2の基地局の位置

決定ができない恐れも考えられる。

【0018】上記のようにして第2の基準点を決定し、さきに他方の鉄塔側に設置した基地局装置は、前記決定の第2の基準点C₂に移動させる。計測者64は前記地図と移動局装置を携帯して図3に示すように一方の鉄塔Tの方向より保線道63を矢印方向に進むものとする。なお、反対方向からでも差支えない。保線道63上の複数の位置で立ち止り、第1の基準点C₁および第2の基準点C₂とその時、計測者64の立つ計測対象D₁の位置との水平距離m、nは前記移動局装置において水平距離として演算できるので、前記基準点C₁、C₂を中心にm、nをもって地図上に円弧をえがけば、その交点のいずれかが、計測対象D₁が保線道63上あれば、直ちに計測対象D₁の位置が判明する。この図3の例では、C₂を保線道上にあるとしたが、2基地局から水平距離の交点をより明確に決めるにはC₂は線路に対して直角方向の位置が好ましく、その場合には、保線道を離れて、C'₂の地点に音源S'₂を置くこともできる。保線道63を進みながら、立ち止り、前記手法を繰り返せば、図に示すように、その都度D₂、D₃、D₄とその軌跡をえがくことができるが、予め、鉄塔Tの基準点より支障点62までの水平距離Lはわかっており、これが地図上にも示されているので、数値の対比ではL≒mになった場合、地図上では現に計測された計測対象の位置が前記支障点62に近接したことが分るが、本計測方法は保線道における計測に限られていないので、前記のように近接が明確になったときは、それまでに地図上にえがかれた円弧の交点軌跡より判断し、保線道を離れてしげみの中に入り同様な手法を繰り返せば、支障点62である樹木の下に到達することができる。

【0019】本発明によれば、間に樹木や地面の盛り上りのような遮蔽物が存在しても直線距離を計測でき山間部の見通しのきかない2地点間の水平距離、位置関係を求めることができる。その結果、送電線の保守上問題となる、電線への接近した支障樹木の特定が、航空写真等で確定した場合、その樹木の位置に地上からアプローチ

する手段を提供する。装置もコンパクトに構成することができ、計測者の携帯を容易とし、計測者に地上より送電線に対して障害となる樹木による支障点の発見に資するところは大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の距離計測方法実施の説明図である。

【図2】a、bは異なった方法でそれぞれ同時に発信された音波と電磁波の受信時の到達時間差ならびに同検出方法の説明図である。

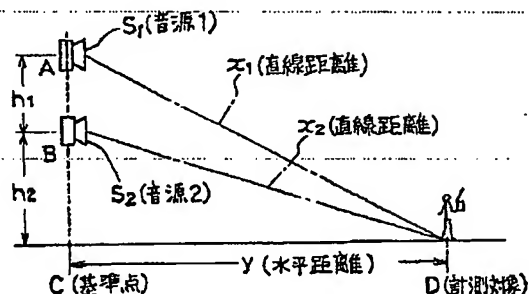
【図3】本発明による測位方法実施の説明図である。aは側面図、bは平面図である。

【図4】本発明の距離測定装置の一例を示し、aは基地局、bは移動局をブロック図で示す。

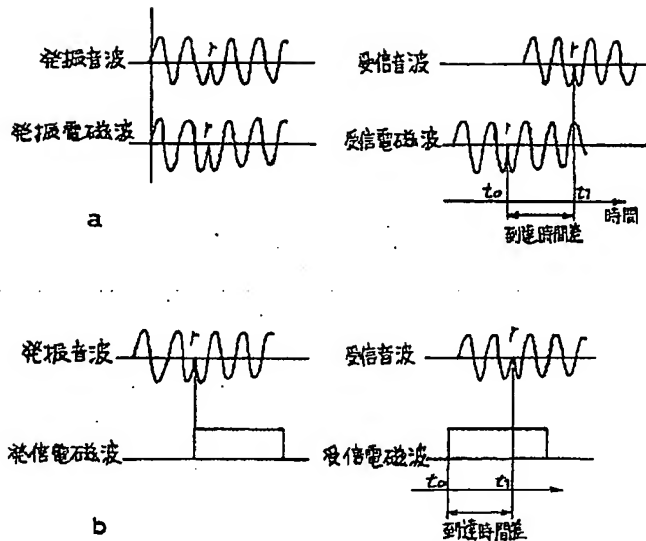
【符号の説明】

1	気温センサ	63	保線道
2	気圧センサ	64	計測者
3	A/D変換器	S ₁ , S ₂ ,	
	S' ₂	音源	
4	パワーアンプ	C, C ₁ , C	
20	2, C' ₂	基準点	
5	スピーカ	D, D ₁ , D	
	2, D ₃	計測対象	
6	トランシーバ		
7	制御・データ処理部		
8	外部機器(パソコン、レーザ測距儀)		
11	気温センサ		
12	気圧センサ		
13	A/D変換部		
14	マイクロフォン		
30	15	トランシーバ	
	16	表示装置	
	17	制御・データ処理部	
	60	送電線	
	61	樹木	
	62	支障点	

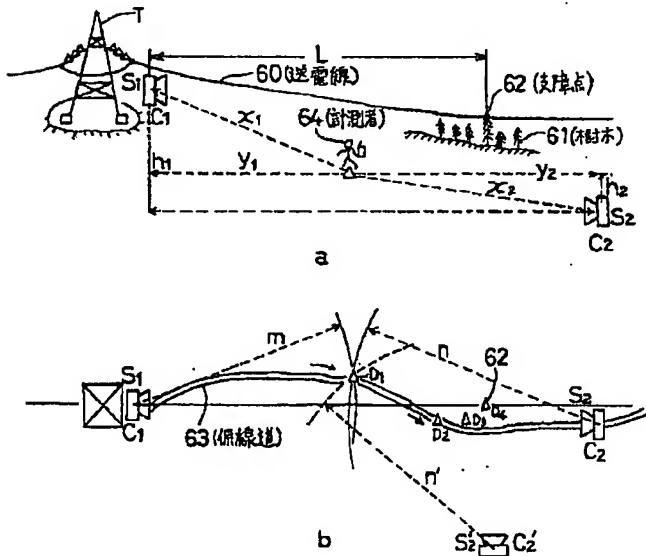
【図1】



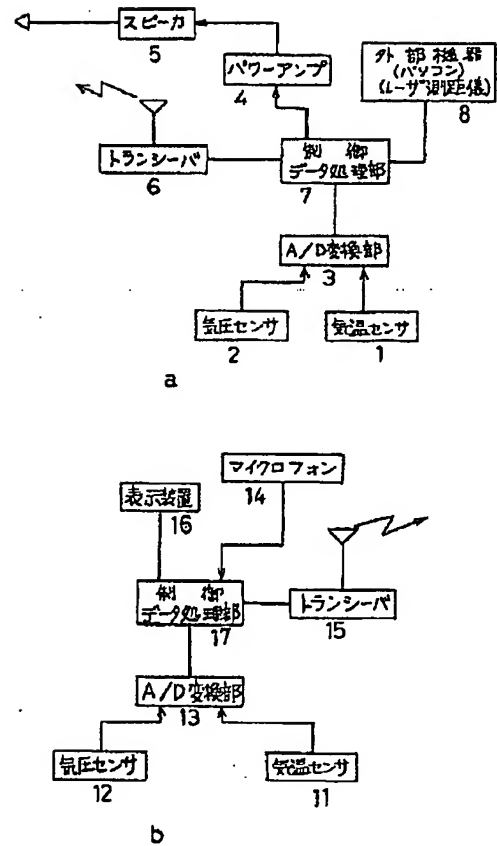
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 本村 俊雄
福岡県福岡市南区塩原2丁目1番地47号
九州電力株式会社内総合研究所内

(72)発明者 平尾 正和
福岡県福岡市南区塩原2丁目1番地47号
九州電力株式会社総合研究所内

(72)発明者 青木 毅
福岡県福岡市中央区渡辺通二丁目1番82号
九州電力株式会社内